

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 RFID (Radio Frequency Identification)

Menurut (Supriatna,2007:1), RFID merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang diunggulkan untuk mentransformasi dunia komersial. RFID adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap obyek-obyek atau manusia. Kenyataan bahwa manusia amat terampil dalam mengidentifikasi obyek-obyek dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda menjadi motivasi dari teknologi ini.

Selama ini sistem otomatis yang dikenal adalah sistem *bar code*. Sistem *bar code* mempunyai keterbatasan dalam penyimpanan data serta tidak dapat dilakukan program ulang atas data yang tersimpan di dalamnya. Namun pada teknologi RFID, proses mengambil atau mengidentifikasi obyek atau data dilakukan secara *contactless* (tanpa kontak langsung) (Tarigan,2004:136). RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *tag* RFID.

RFID *tag* terdiri dari sebuah microchip yang tertanam pada sebuah antena gelombang radio yang ditempelkan pada sebuah substrat (biasanya silikon). Chip tersebut dapat menyimpan data seukuran 2 *kilobyte*. Sebagai contoh, informasi tentang sebuah barang atau tanggal pengkapalan pada sebuah pabrik dan sebagainya, dapat dituliskan pada sebuah *tag*.

Untuk mengambil data yang disimpan pada RFID *tag*, dibutuhkan sebuah *reader*. *Reader* ini adalah sebuah alat yang memiliki satu atau banyak antena yang memancarkan gelombang radio dan menerima sinyal kembali dari *tag*. *Reader* kemudian melewati informasi tersebut dalam bentuk digital ke sistem komputer.

Sistem RFID terdiri dari 4 komponen yaitu RFID *tag* (*transponder*), antena, *reader*, dan *interface software* (Juels,2005:1) :

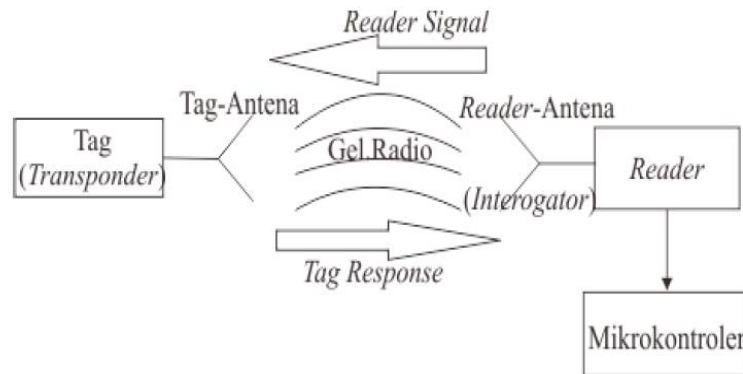
1. RFID *tag* (*transponder*) memiliki chip yang dapat menyimpan data berupa nomor ID unik dan memiliki antena yang berfungsi untuk mentransmisikan data ke RFID *reader* melalui radio yang dipancarkan RFID *reader*.
2. Antena terdapat pada RFID *tag* (*tag-antena*) dan RFID *reader* (*reader-antena*) yang berfungsi mentransmisikan data dari chip RFID *tag* ke RFID *reader* melalui gelombang radio.
3. RFID *reader* adalah perangkat yang kompatibel dengan RFID *tag*. RFID *reader* akan memancarkan gelombang radio dan menginduksi RFID *tag*, kemudian RFID *tag* akan mengirim data ID dari antena yang terdapat pada rangkaian RFID *tag* melalui gelombang radio yang dipancarkan RFID *reader*.
4. *Interface Software* berfungsi untuk membaca data ID dari RFID *reader* dan mengelola data tersebut sehingga dapat digunakan.

Sebagai suksesor dari *barcode*, RFID dapat melakukan kontrol otomatis untuk banyak hal. Sistem-sistem RFID menawarkan peningkatan efisiensi dalam pengendalian inventaris (*inventory control*), logistik dan manajemen rantai *supply* (*supply chain management*) (Supriatna,2007:2)



Gambar 2.1. Komponen Utama Sistem RFID

2.2.1. Cara Kerja RFID



Gambar 2.2. Cara Kerja RFID

Suatu sistem RFID dapat terdiri dari beberapa komponen seperti *tag*, *tag reader*, *tag programming station*, *circulation reader*, *sorting equipment*, dan tongkat *inventory tag*. Keamanan dapat dicapai dengan dua cara. Pintu *security* dapat melakukan *query* untuk menentukan status keamanan atau RFID tag-nya berisi *bit security* yang bisa menjadi *on* atau *off* pada saat didekatkan ke *reader*.

Sistem RFID dapat mengirimkan data dari sebuah alat, yang dinamakan *tag*, dan kemudian dibaca oleh RFID *reader* dan kemudian data yang didapat diproses oleh aplikasi komputer yang membutuhkannya. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti ID, informasi lokasi atau informasi lainnya seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain sebagainya.

Dalam suatu sistem RFID sederhana, suatu object dilengkapi dengan *tag* yang kecil dan murah. *Tag* tersebut berisi *transponder* dengan suatu chip memori digital yang di dalamnya berisi sebuah kode produk yang sifatnya unik. Sebaliknya, *interrogator*, suatu antenna yang berisi *transceiver* dan *decoder*, memancarkan sinyal yang bisa mengaktifkan RFID tag sehingga dia dapat membaca dan menulis data ke dalamnya. Ketika suatu RFID tag melewati suatu zona elektromagnetis, maka dia akan mendeteksi sinyal aktivasi yang dipancarkan oleh si *reader*. *Reader* akan men-*decode* data yang ada pada *tag* dan kemudian data tadi akan diproses oleh computer.

2.1.2. RFID Tag

Tag adalah sebuah benda kecil, misalnya berupa stiker adesif yang dapat ditempelkan pada suatu barang atau produk. RFID *tag* berisi antena yang memungkinkan peralatan itu menerima dan merespon terhadap suatu *query* yang dipancarkan oleh suatu RFID *reader*. Kebanyakan RFID *tag* mengandung setidaknya dua bagian: satu adalah sebuah sirkuit terpadu untuk menyimpan dan pengolahan informasi, modulasi dan demodulasi sebuah frekuensi sinyal radio (RF), dan fungsi khusus lainnya, yang lain adalah antena untuk menerima dan mengirimkan sinyal (Supriatna,2007:2).

Sebuah *tag* RFID atau transponder, terdiri atas sebuah mikro (*microchip*) dan sebuah antena (Gambar 2.3). *Chip* mikro itu sendiri dapat berukuran sekecil butiran pasir, seukuran 0.4 mm (Juels,2005:1). *Chip* tersebut menyimpan nomor seri yang unik atau informasi lainnya tergantung pada tipe memorinya. Tipe memori itu sendiri dapat *read-only*, *read-write*, atau *write-once-read-many*. Antena yang terpasang pada *chip* mikro mengirimkan informasi dari *chip* ke *reader*. Biasanya rentang pembacaan diindikasikan dengan besarnya antena. Antena yang lebih besar mengindikasikan rentang pembacaan yang lebih jauh. *Tag* tersebut terpasang atau tertanam dalam obyek yang akan diidentifikasi. *Tag* dapat di-*scan* dengan *reader* bergerak maupun stasioner menggunakan gelombang radio (Supriatna,2007:2).

Menurut Supriatna, (2007:2) setiap RFID *tag* terdiri dari 3 bagian yaitu :

1. *Mikroprosesor*

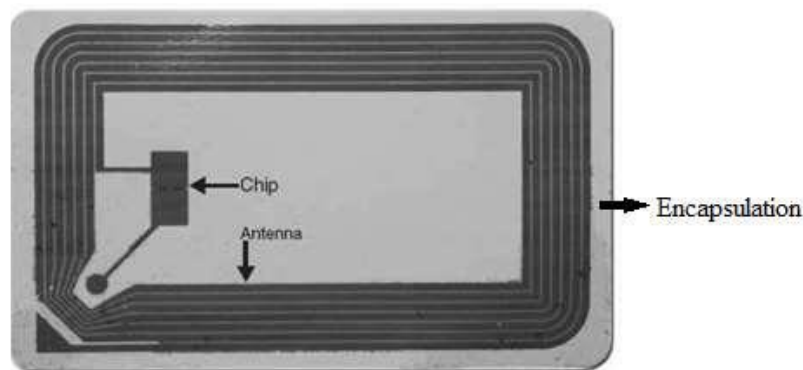
Mikroprosesor adalah chip yang terletak dalam sebuah RFID *tag* yang berfungsi sebagai penyimpan data.

2. *MetalCoil*

MetalCoil terbuat dari kawat aluminium yang berfungsi sebagai antena yang dapat beroperasi pada frekuensi 13.56MHz. Apabila RFID *tag* masuk ke dalam jangkauan *reader* maka antena akan mengirimkan data yang ada pada *tag* kepada *reader* terdekat.

3. *Encapsulation*

Encapsulation adalah bahan yang berfungsi untuk melindungi RFID *tag* dan antenna terbuat dari bahan plastik atau kaca.



Gambar 2.3. *Tag* RFID

Seperti pada gambar 2.3 bahwa *tag* terdiri dari *chip* rangkaian sirkuit yang terintegrasi dan sebuah antena. Rangkaian elektronik dari RFID *tag* umumnya memiliki memori. Memori ini memungkinkan RFID *tag* mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read Only*, seperti ID *number*. Semua RFID *tag* mendapatkan ID *number* pada saat *tag* tersebut diproduksi (Sinaga,2011:7).

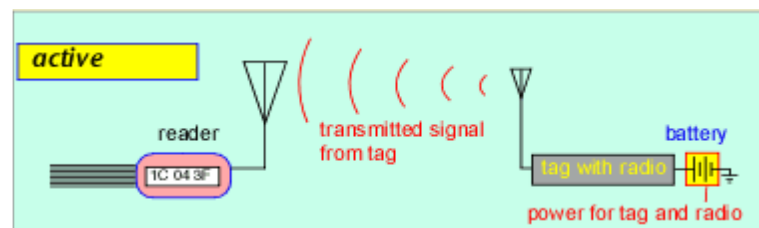
RFID *tag* memungkinkan RFID *tag* tersebut dapat ditulis (*Write*) dan dibaca (*Read*) secara berulang. Setiap *tag* dapat membawa informasi yang unik, seperti ID *number*, tanggal lahir, alamat, jabatan, dan data lain dari objek yang akan diidentifikasi. Banyaknya informasi yang dapat disimpan oleh RFID *tag* tergantung pada kapasitas memorinya. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh RFID *tag* maka rangkaianannya akan semakin kompleks dan ukurannya akan semakin besar. Berdasarkan catu daya, RFID *tag* digolongkan menjadi 3, yakni :

2.1.2.1.Tag Aktif

Tag ini dapat dibaca (*Read*) dan ditulis (*Write*). Baterai yang terdapat di dalam *tag* ini digunakan untuk memancarkan gelombang radio kepada *reader*

sehingga *reader* dapat membaca data yang terdapat pada *tag* ini. Dengan adanya internal baterai, *tag* ini dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh dan *reader* hanya membutuhkan daya yang kecil untuk membaca *tag* ini. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar (Sinaga,2011:8).

Tag aktif adalah *tag* yang selain memiliki antena dan *chip* juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal *continue*. *Tag* versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data *tag* dapat ditulis ulang dan/atau dimodifikasi. *Tag* aktif dapat menginisiasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, hingga 750 kaki, tergantung kepada daya baterainya (Sinaga,2011:8).



Gambar 2.4. Cara Kerja RFID *Tag* Aktif

Karakteristik dari RFID *tag* aktif dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik RFID *Tag* Aktif

No.	Karakteristik <i>Tag</i> Aktif
1	Memiliki sumber tegangan sendiri (baterai)
2	Modulasi akan aktif dari <i>tag</i> sendiri
3	Harganya lebih mahal daripada <i>tag</i> pasif
4	Ukuran lebih besar dan tidak praktis

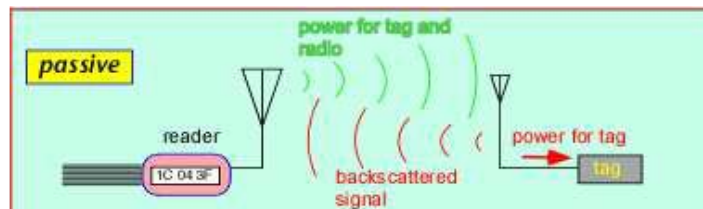
2.1.2.2. *Tag* Pasif

Tag ini hanya dapat dibaca saja (*Read*) dan tidak memiliki internal baterai seperti halnya *tag* aktif. Sumber tenaga untuk mengaktifkan *tag* ini di dapat dari

RFID *reader*. Ketika medan gelombang radio dari *reader* didekati oleh *tag* pasif, koil antenna yang terdapat pada *tag* pasif ini akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada *tag* pasif (Sinaga,2011:8).

Keuntungan dari *tag* ini adalah rangkaiannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya lebih kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan untuk membaca *tag* ini, RFID *reader* harus memancarkan gelombang radio yang cukup besar sehingga menggunakan daya yang cukup besar (Sinaga,2011:9).

Tag pasif tidak memiliki catu daya sendiri serta tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Sebagai gantinya, *tag* merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang-gelombang energi yang dipancarkan oleh *reader*. Sebuah *tag* pasif minimum mengandung sebuah *identifier* unik dari sebuah item yang dipasang *tag* tersebut. Data tambahan dimungkinkan untuk ditambahkan pada *tag*, tergantung kepada kapasitas penyimpanannya (Sinaga,2011:9).



Gambar 2.5. Cara Kerja RFID *Tag* Pasif

Karakteristik dari RFID tag pasif yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

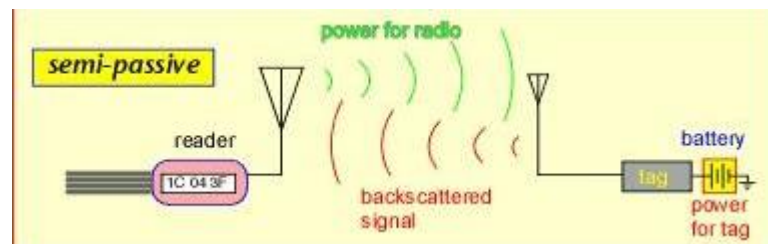
Tabel 2.2. Karakteristik RFID *Tag* Pasif

No.	Karakteristik <i>Tag</i> Pasif
1	Tidak memiliki sumber tegangan sendiri
2	Modulasi akan aktif ketika tag menerima gelombang elektromagnetik dari reader

3	Jarak baca 0cm-10cm
4	Praktis dan mudah dibawa

2.1.2.3.Tag Semi-Pasif

Tag Semi-Pasif adalah versi *tag* yang memiliki catu daya sendiri (baterai) tetapi tidak dapat menginisiasikan komunikasi dengan *reader*. Dalam hal ini baterai digunakan oleh *tag* sebagai catu daya untuk melakukan fungsi yang lain seperti pemantauan keadaan lingkungan dan mencatu bagian elektronik internal *tag*, serta untuk memfasilitasi penyimpanan informasi. *Tag* versi ini tidak secara aktif memancarkan sinyal ke *reader*. Sebagian *tag* Semi-Pasif tetap dorman hingga menerima sinyal dari *reader*. *Tag* Semi-Pasif dapat dihubungkan dengan sensor untuk menyimpan informasi untuk peralatan keamanan *container* (Sinaga,2011:9).



Gambar 2.6. Cara Kerja RFID *Tag* Semi-Pasif

Karakteristik dari RFID tag pasif yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Karakteristik RFID *Tag* Semi-Pasif

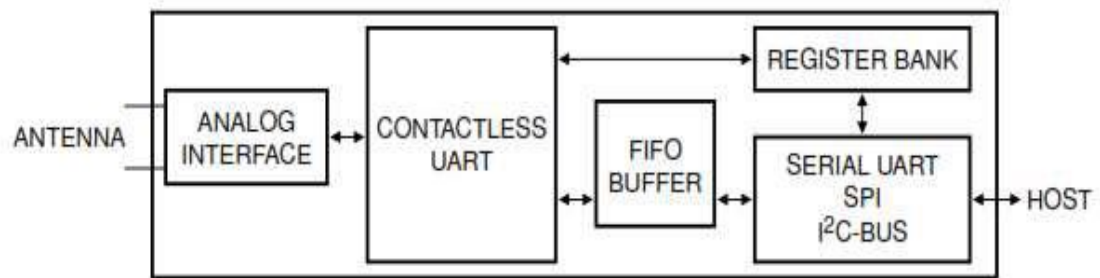
No.	Karakteristik <i>Tag</i> Pasif
1	Memiliki sumber tegangan sendiri (baterai)
2	Modulasi akan aktif ketika tag menerima gelombang elektromagnetik dari reader
3	Jarak baca 0cm-10cm
4	Praktis dan mudah dibawa

2.1.3. *Reader*

Reader merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan gelombang radio ke *tag*. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan disekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke *tag* RFID yang berada di dekat antena. (Sinaga,2011:11).

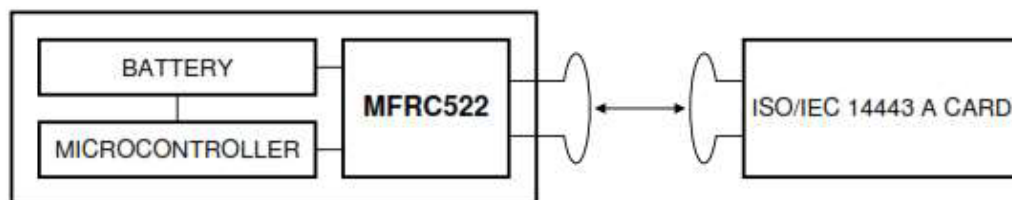
Sebuah *reader* menggunakan antenanya sendiri untuk berkomunikasi dengan *tag*. Ketika *reader* memancarkan gelombang radio, seluruh *tag* yang dirancang pada frekuensi tersebut serta berada pada rentang bacanya akan memberikan respon. Sebuah *reader* juga dapat berkomunikasi dengan *tag* tanpa *line of sight* langsung, tergantung kepada frekuensi radio dan tipe *tag* (aktif, pasif atau semipasif) yang digunakan. *Reader* dapat memproses banyak item sekaligus (Supriatna,2007:5).

RFID *reader* memancarkan gelombang radio dan menginduksi RFID tag. Gelombang induksi tersebut berisi data ID dan jika dikenali oleh RFID tag, memori RFID tag (ID chip) akan terbuka. Gelombang radio yang dipancarkan oleh *reader* juga berfungsi sebagai catu daya RFID tag (*tag* pasif). Kemudian RFID tag akan mengirimkan kode yang terdapat di memori ID *chip* melalui antena yang terpasang di RFID tag. RFID *reader* akan mengirim data tersebut ke mikrokontroler untuk diproses. RFID *reader* memiliki antena yang berfungsi untuk memancarkan gelombang radio ke RFID tag dan menerima data yang dikirim oleh RFID tag, data tersebut berupa sinyal analog yang kemudian akan diteruskan ke *contactless* UART yang berfungsi untuk membaca data ID dari RFID tag kemudian data ID tersebut akan dikirim ke *register bank* dan *FIFO buffer*. *Register bank* mengirim data ID ke serial UART kemudian akan mengirim data ID tersebut kepada *HOST* (mikrokontroler). *FIFO buffer* berfungsi mengirim data dari *contactless* kepada *HOST* (mikrokontroler) dan dari mikrokontroler ke *contactless* UART, data yang dikirim berupa data serial (*Datasheet* RFID Reader MFR 522). Blok diagram cara kerja RFID *reader* sebagai *receiver* dan *transfer* data dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Cara kerja RFID reader sebagai receiver dan transfer

RFID reader yang digunakan pada rangkaian adalah RFID reader dengan frekuensi 13.56MHz. RFID reader 13.56MHz dapat digunakan untuk membaca RFID tag jenis *high frequency* (HF) yang digunakan sebagai *smart card*. RFID reader 13.56MHz dapat membaca *smart card* jenis MIFARE ISO/IEC 14443. Data ID yang berupa nomor unik dari *smart card* akan dibaca oleh RFID reader kemudian dikirim ke mikrokontroler, *battery* digunakan untuk supply tegangan RFID dan mikrokontroler. Diagram blok sistem kerja dari mikrokontroler, RFID reader dan RFID tag (*smart card*) dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. RFID Reader Membaca Data ID Dari Smart Card

2.2. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut (Setiawan,2010:147), LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan

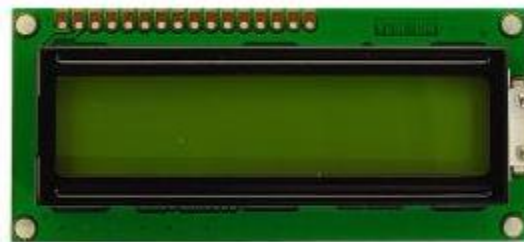
reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Menurut (Munandar,2013:26), LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, angka ataupun grafik. LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.

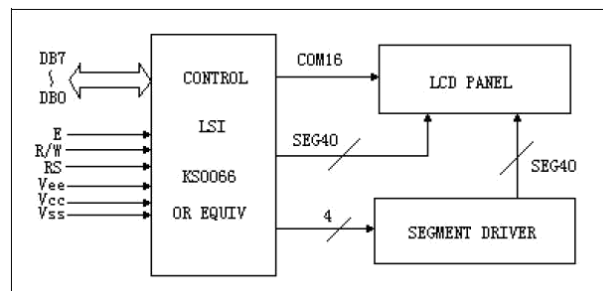
Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator, dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin fotokopi dan telepon genggam).

Dalam menampilkan numerik kristal yang dibentuk akan menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur ke dalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal off (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

Memori LCD terdiri dari 9.920 bit CGROM, 64 byte CGRAM dan 80x8 bit DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh Address Counter dan akses datanya (pembacaan maupun penulisan datanya) dilakukan melalui register data.



Gambar 2.9. LCD (*Liquid Crystal Display*)



Gambar 2.10. Blok Diagram LCD

2.2.1. LCD M1632

LCD tipe M1632 yang terdiri dari 2 baris dan 16 kolom dimulai dari baris 1 paling atas dan kolom 0 paling kiri.



Gambar 2.11. LCD M1632

2.2.2. LCD LMB162A

LMB162A adalah modul LCD matriks dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris terakhir adalah kursor).

Pada LMB162A terdapat register data dan register perintah. Proses akses data ke atau dari register data akan mengakses ke CGRAM, DDRAM atau CGROM bergantung pada kondisi Address Counter, sedangkan proses akses data ke atau dari register perintah akan mengakses Instruction Decoder (dekoder instruksi) yang akan menentukan perintah-perintah yang akan dilakukan oleh LCD.

2.2.3. Klasifikasi LCD 16x2 *Character*

1. 16 karakter x 2 baris
2. 5x7 titik matriks karakter dan kursor
3. HD44780 *Equivalent LCD Controller/Driver Built-In*
4. 4-bit atau 8-bit MPU *Interface*
5. Tipe standar
6. Bekerja hampir dengan semua mikrokontroler

2.2.4. Karakter LCD

Tabel karakter LCD dibawah ini menunjukkan karakter khas yang tersedia pada layar LCD. Kode karakter diperoleh dengan menambahkan angka di atas kolom dengan nomor di sisi baris.

Perhatikan bahwa karakter 32-127 selalu sama untuk semua LCD, tapi karakter 16-31 & 128-255 dapat bervariasi dengan produsen LCD yang berbeda. Oleh karena itu beberapa LCD akan menampilkan karakter yang berbeda dari yang ditunjukkan dalam tabel.

Karakter 0 sampai 15 dijelaskan user-defined sebagai karakter dan harus didefinisikan sebelum digunakan, atau LCD akan berisi perubahan karakter secara acak. Untuk melihat secara rinci bagaimana menggunakan karakter ini dapat dilihat pada data character LCD.

Tabel 2.4. Data Character LCD

High-Order Low-Order 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	@	P	\	p		—	タ	ミ	α	p
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	ム	ā	q
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	メ	β	θ
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	ユ	σ	ü
xxxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)	、	7	G	W	g	w	ヲ	キ	ヌ	ラ		π
xxxx1000	(1)	(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	√	ℵ
xxxx1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	。ケ	ノ	ル		-1	y
xxxx1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	。コ	ハ	レ		j	
xxxx1011	(4)	+	;	K	[	k	{	。サ	ヒ	ロ		x	
xxxx1100	(5)	,	<	L	¥	l	|	。シ	フ	ワ		¢	
xxxx1101	(6)	-	=	M	]	m	}	。ス	ヘ	ン		£	+
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	→	。セ	ホ	*		ñ	
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	←	。ソ	マ	°		ō	■

2.2.5. Deskripsi Pin LCD

Tabel 2.5. Deskripsi Pin LCD

NO	NAMA	FUNGSI
1	Vss	GND
2	Vcc	+5V
3	Vee	LCD Contrast
4	RS	1 = Input data, 0 = Input instruksi
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enabled
7	D0	Data 0
8	D1	Data 1
9	D2	Data 2
10	D3	Data 3
11	D4	Data 4

12	D5	Data 5
13	D6	Data 6
14	D7	Data 7
15	VBL +	4 – 4.2 Volt
16	VBL -	GND

Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

1. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
2. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*Ground*).
3. Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada cermet. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
4. Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke Register Data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
5. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *Ground*.
6. Kaki 6 (E) : *Enable Clock* LCD, kaki mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau membacaan data.
7. Kaki 7 – 14 (D0 – D7) : Data bus, kedelapan kaki LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki *backlight*).
9. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif *backlight* LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki *backlight*).

Tabel 2.6. Blok Pin LCD

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VSS	VCC	VEE	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	LED+	LED-

2.3. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *Single Board* yang bersifat *Open Source*, diturunkan dari *Wiring Platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang *hardware*-nya yang memiliki prosessor *Atmel AVR* dan *software*-nya memiliki pemrograman sendiri (Kadir,2012:15).

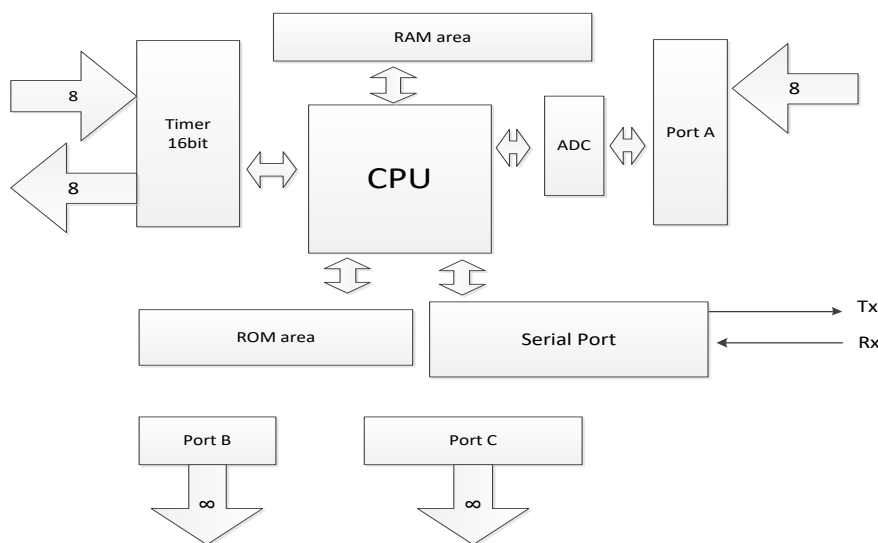
Arduino juga merupakan *Platform Hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware* Arduino dan membangunnya (Kadir,2012:15).

Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open source* yang perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Arduino dapat digunakan untuk “mendeteksi” lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (misal : cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat “mengendalikan” peralatan sekitarnya (misal : lampu, berbagai jenis motor dan aktuator lainnya) (Kadir,2012:15).

Di pasaran banyak model *board* Arduino, karena bersifat *open source* maka banyak *vendor* yang membuat dan menjual variannya baik yang *official* maupun yang *unofficial*. Berikut ini beberapa contoh *board* Arduino yang *official* : Arduino UNO, Duemilianeve, Leonardo, Nano, Mega 2560/Mega ADK, Mega (Atmega 1280), Esplora, Micro, Mini, NG/older dan lain-lain.

Kelebihan-kelebihan dari *board* arduino diantaranya adalah :

- a) Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program yang di-*upload* dari komputer.
- b) Bahasa pemrogramannya relatif mudah (bahasa C) dan *software* arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Interface Development Environment*), memiliki *library* yang cukup lengkap serta gratis dan *open source*.
- c) Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB jadi membutuhkan sedikit kabel.



Gambar 2.12. Blok Diagram Arduino

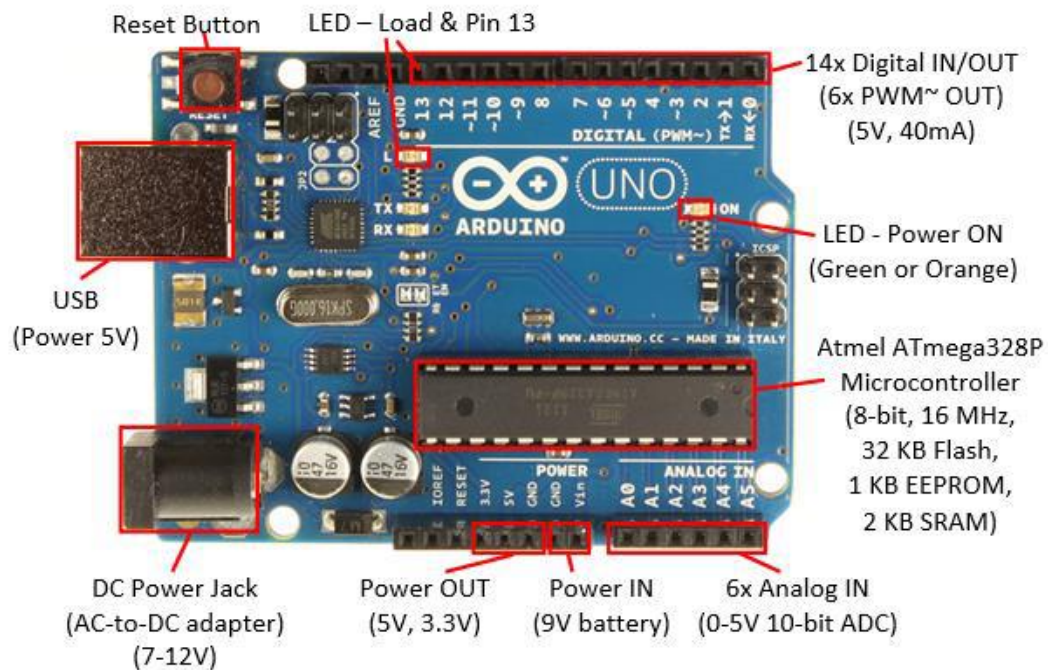
Berdasarkan gambar diatas CPU berfungsi sebagai pemroses data berupa fungsi logika dan aritmatika. Untuk memori ada RAM sebagai penyimpanan data sementara dan ROM digunakan sebagai tempat penyimpanan program. Timer digunakan untuk menghasilkan tunda waktu dan mengukur selang waktu suatu proses. ADC berfungsi merubah sinyal masukan analog menjadi sinyal masukan digital dan dapat digunakan untuk berkomunikasi antara mikrokontroler dengan piranti-piranti eksternal (sensor) yang memiliki gelombang sinyal keluaran berupa gelombang sinyal analog (sinus). Port A, B, dan C pada adalah piranti antarmuka ke input/output. Dan komunikasi dengan piranti lain menggunakan komunikasi serial.

2.3.1. Arduino UNO

Arduino UNO adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil ini. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah (Kadir,2012:16).

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

Arduino bekerja dengan menggunakan pin analog di papan arduino, pin yang defaultnya di gunakan sebagai input analog. Di pin ini bias mendeteksi besaran tegangan analogdari 0 s/d 5v secara kontinu. Jadi input tegangan dengan nilai 1v, 1.1v, 2v, 2.7v dan seterusnya sampai 5v pun dapat dengan mudah dibaca melalui pin ini. Bisanya sebuah papan arduinomemiliki lebih dari satu pin analogi. Sebagai contoh, papan arduino uno memiliki 6 pin analog dengan nama A0 s/d A5 unuk arduino Mega lebih banyak lagi yakni 16 pin.



Gambar 2.13. Arduino UNO

Tabel 2.7. Spesifikasi Arduino Uno R3

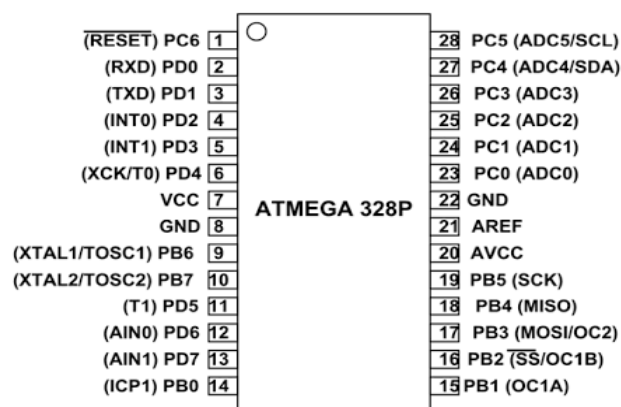
Mikrokontroler	ATMega 328P
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 - 12 V
Batas Tegangan Input	6 - 20 V
Jumlah Pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah Pin Input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATMega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATMega 328)
EPROM	1 KB (ATMega 328)
Clock Speed	16 MHz

2.3.1.1.Pin Arduino UNO

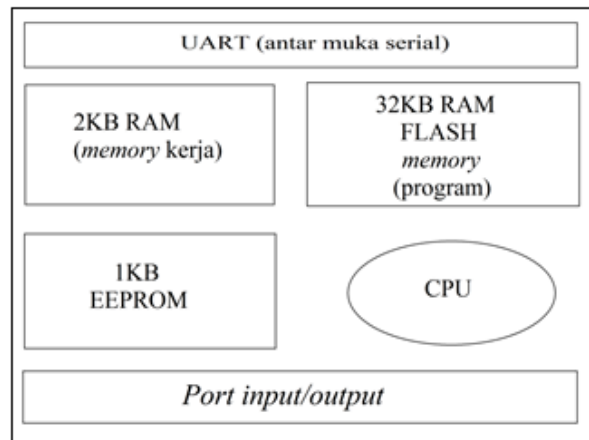
Arduino uno memiliki 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. 6 pin analog difungsikan sebagai output digital dengan tambahan 14 pin yang tersedia. Pengubahan pin analog menjadi digital dengan cara mengubah konfigurasi pin pada program. Pada board dapat terlihat pin digital diberi keterangan 0-13, untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog pada board 0-5 di ubah menjadi pin 14-19, dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

2.3.1.2.Mikrokontroler Atmega 328P

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa type mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memory, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memory dan peripheral lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheral relative sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas. (S. Wicaksono, 2017).



Gambar 2.14. Pin *Chip* Atmega328P



Gambar 2.15. Arsitektur Atmega 328P

Menurut Yuwono Martha Dinata (2016:8), Arsitektur Atmega328P memiliki beberapa bagian seperti pada gambar 2.3 dan adapun keterangannya sebagai berikut.

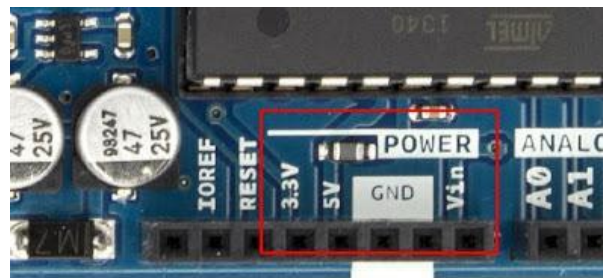
- a. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) adalah antarmuka untuk komunikasi serial, seperti pada RS-232, RS-422, dan RS-485.
- b. 2 KB RAM pada *memory* kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variabel-variabel di dalam program.
- c. 32 KB ROM *flash memory* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*.
- d. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
- e. 1 KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
- f. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari mikrokontroller untuk menjalankan setiap intruksi dari program.
- g. *Port input/output* (I/O), *pin* untuk menerima data (*input*) *digital* atau *analog*, dan mengeluarkan data (*output*) *digital* atau *analog*.

-

- c. *PWM* : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung *8-bit* keluaran PWM dengan fungsi.
- d. *SPI* : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *Hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa Arduino.
- e. *LED* : 13. Adalah indikator yang dibuat untuk koneksi LED ke digital pin. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED hidup, ketika pin *LOW*, LED mati.

2.3.1.6. Power Supply Arduino UNO

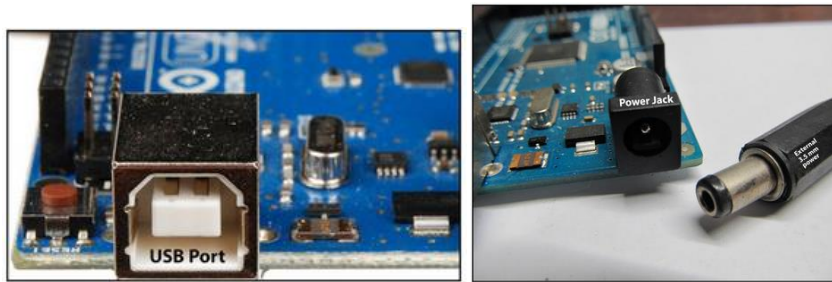
Arduino Uno dapat disuplai langsung ke catu daya dari USB tambahan dengan pilihan power secara otomatis tanpa saklar. Kabel eksternal (non-USB) menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor plug ukuran 2,1mm polaritas positif di tengah jack power pada board. Jika menggunakan baterai disematkan pada pin GND dan Vin di bagian power connector.



Gambar 2.17. Power Supply Arduino Port

Pada Gambar 2.13 Board Arduino dapat di suplai dengan tegangan kerja antara 6V-20V, apabila catu daya dibawah tegangan standar 5V board tegangan akan tidak stabil. Jika dipaksakan ke tegangan regulator 12V board Arduino akan mengalami *overheat* yang akan berujung kerusakan pada board Arduino. Tegangan yang direkomendasikan adalah 7-12V.

- a. VIN - Input voltase *board* saat menggunakan sumber catu daya luar (adaptor USB 5V atau adaptor 7-12V) dapat dihubungkan dengan pin Vin atau langsung ke *jack power* 5V. DC *power jack* (7-12V). Penghubungan secara langsung catu daya luar (7-12V) ke pin 5V atau pin 3.3V dapat merusak *board* Arduino.



Gambar 2.18. Port USB dan Jack Power Arduino

- b. 3.3V - Pin tegangan 3.3V catu daya umum dapat langsung dihubungkan ke *board*. Maksimal arus yang diperbolehkan adalah 50mA.
- c. GND - Pin *Ground*.
- d. IOREF - Pin penyedia referensi tegangan agar mikrokontrol dapat beroperasi dengan baik. Berfungsi memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan tegangan *output* agar dapat bekerja pada 5V atau 3.3V.

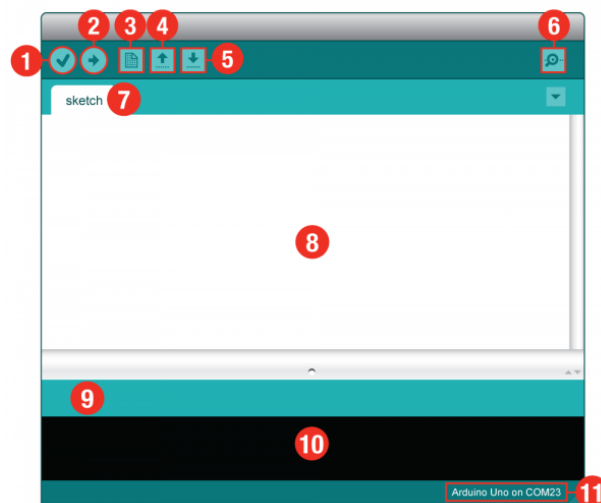
2.3.2. Bahasa Pemrograman Arduino

Menurut Abdul Kadir (2016) bahasa yang digunakan dalam pemrograman Arduino sebagai dasarnya adalah Bahasa C , oleh karena itu terdapat beberapa persamaan meskipun beberapa hal telah diubah. Bahasa C sendiri adalah salah satu Bahasa pemrograman yang populer dan memiliki banyak keunggulan. Salah 1 nya bersifat portable , yaitu suatu program yang dibuat dengan Bahasa C pada suatu computer akan dapat dijalankan pada computer lain dengan sedikit (atau tanpa) ada perubahan yang berarti

Menurut Abdul Kadir (2016) Bahasa C dikembangkan di Bell lab pada tahun 1972 oleh Brian W. Kernighan dan Denies M. Ritchie yang merupakan pengembangan dari Bahasa B yang dikembangkan oleh Ken Thompson pada tahun 1970 yang diturunkan oleh Bahasa sebelumnya yaitu , Bahasa Pemrograman BCL. Pada awalnya Bahasa C dirancang sebagai Bahasa pemrograman di sistem operasi UNIX. Bahasa C merupakan Bahasa pemrograman tingkat menengah yaitu berada diantara Bahasa tingkat rendah dan tingkat tinggi yang umumnya disebut dengan Bahasa tingkat menengah.

2.3.3. Software Pemrograman Arduino

IDE itu merupakan kependekan dari Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler.



Gambar 2.19. Tampilan Awal *Software* Arduino IDE

1. Verify: Tombol ini berfungsi untuk meng-compile dan mengecek sketch yang akan diupload ke board Arduino. Jika terdapat kesalahan pada kode, maka akan muncul pesan error di bagian no. 9 dan keterangan error-nya di bagian no. 10.
2. Upload: Tombol ini berfungsi untuk mengupload sketch yang telah ditulis ke board Arduino. Pastikan Arduino telah terhubung ke PC.
3. New: Tombol untuk membuka tab sketch baru.
4. Open: Tombol untuk membuka sketch yang pernah kita simpan.

5. Save: Tombol untuk menyimpan sketch yang telah ditulis. Serial Monitor: Tombol untuk membuka tab
6. Serial monitor, mengetahui apa yang Arduino kirimkan. Sangat berguna untuk proses debugging.
7. Sketch Name: Nama file sketch yang sedang aktif.
8. Code Area: Area untuk menulis sketch.
9. Message Area: Pesan yang menampilkan apakah status proses compile dan upload berhasil, sekaligus menampilkan pesan jika terdapat kesalahan pada sketch.
10. Text Console: Area ini akan menampilkan bagian mana terdeteksi kesalahan, sehingga memudahkan pengguna untuk menyunting sketch.
11. Board & Serial Port: Status tipe board Arduino dan serial port yang akan diprogram. Untuk mengatur board Arduino, klik Tools - Board - lalu pilih board yang sedulur pakai, misal Arduino Uno. Untuk mengatur serial port yang terhubung ke board Arduino, klik Tools - Port - lalu pilih port mana yang terhubung ke board Arduino, misal COM5.

Dasar struktur dari bahasa pemrograman Arduino agar program dapat berjalan dengan baik memiliki dua bagian atau fungsi utama yaitu `setup()` untuk inisialisasi program (setting input atau setting serial, dan lain-lain) dan `loop()` untuk membaca input, atau men-trigger output. Berikut adalah fungsi-fungsi dasar lainnya pada bahasa pemrograman arduino:

Tabel 2.8. Fungsi-Fungsi Dasar Pemrograman Arduino

No.	Fungsi-fungsi Dasar	Keterangan
1.	<i>Setup()</i>	Inisialisasi <i>pin</i> dan <i>serial</i>
2.	<i>Loop()</i>	Mengeksekusi fungsi mengulang terus menerus
3.	<i>Function()</i>	Sekumpulan program yang diberi nama khusus
4.	{ } kurung kurawal	Mengawali dan mengakhiri fungsi
5.	; (Titik koma)	Tanda akhir dari instruksi
6.	/*.....*/ Blok komentar	Memberi komentar atau catatan tentang program > 1 baris
7.	// Komentar	Memberi komentar tunggal program
8.	Variabel	<i>Byte</i> : menyimpan data numerik 8 bit <i>Int</i> : menyimpan data angka 16 bit

		<i>Long</i> : menyimpan data angka 32 bit <i>Float</i> : data numerik memiliki nilai desimal
9.	<i>Array</i>	Kumpulan nilai-nilai yang diakses dengan nomor <i>index</i>
10.	Aritmatika	Penambahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian
11.	Operasi Gabungan	Operasi aritmatika gabungan
12.	Operator Perbandingan	Membandingkan 2 konstanta atau variabel
13.	Operator Logika	Membandingkan 2 ekspresi <i>TRUE</i> atau <i>FALSE</i>
14.	Konstanta	Nilai-nilai yang telah ditetapkan
15.	<i>TRUE/FALSE</i>	Konstanta Boolean yang mendefinisikan nilai logika
16.	<i>HIGH/LOW</i>	Menentukan nilai <i>pin HIGH</i> atau <i>LOW</i>
17.	<i>Input/Output</i>	Menentukan <i>mode pin digital</i> sebagai <i>input</i> atau <i>output</i>
18.	<i>If</i>	Instruksi untuk menguji suatu kondisi telah tercapai
19.	<i>If.....else</i>	Mengeksekusi instruksi lain jika suatu kondisi tidak terpenuhi
20.	<i>For</i>	Untuk mengulang suatu blok instruksi di dalam kurung kurawal
21.	<i>While</i>	Menjalankan program secara terus menerus sehingga suatu kondisi salah atau <i>false</i>
22.	<i>Do....write</i>	Perintah melakukan terus menerus hingga mencapai suatu kondisi yang tidak memenuhi kondisi yang diinginkan
23.	<i>pinMode(pin,Mode)</i>	Inisialisasi <i>pin</i> sebagai <i>input</i> atau <i>output</i>
24.	<i>digitalRead(pin)</i>	Membaca <i>input</i> dari suatu <i>pin</i>
25.	<i>digitalWrite(pin,value)</i>	Memberi nilai <i>output HIGH</i> (1) atau <i>LOW</i> (0) pada <i>pin digital</i>
26.	<i>analogRead(pin)</i>	Membaca nilai <i>input analog</i> dengan resolusi 10 bit.
27.	<i>analogWrite(pin,value)</i>	Memberi nilai PWM (<i>pulse width modulation</i>) pada <i>output</i>
28.	<i>delay(ms)</i>	Memberi jeda sebelum lanjut ke program selanjutnya
29.	<i>millis()</i>	Mengambil nilai waktu dari program berjalan sampai berhenti
30.	<i>Tone</i> (<i>pin</i> ,frekuensi,durasi)	Menghasilkan nada frekuensi
31.	<i>noTone(pin)</i>	Menghentikan nada frekuensi
32.	<i>randomSeed(seed)</i>	Mengambil nilai acak dengan <i>seed</i>
33.	<i>Random(min,max)</i>	Mengambil nilai acak <i>min</i> dan <i>max</i>
34.	<i>Serial.begin(rate)</i>	Membuka <i>port data serial</i>

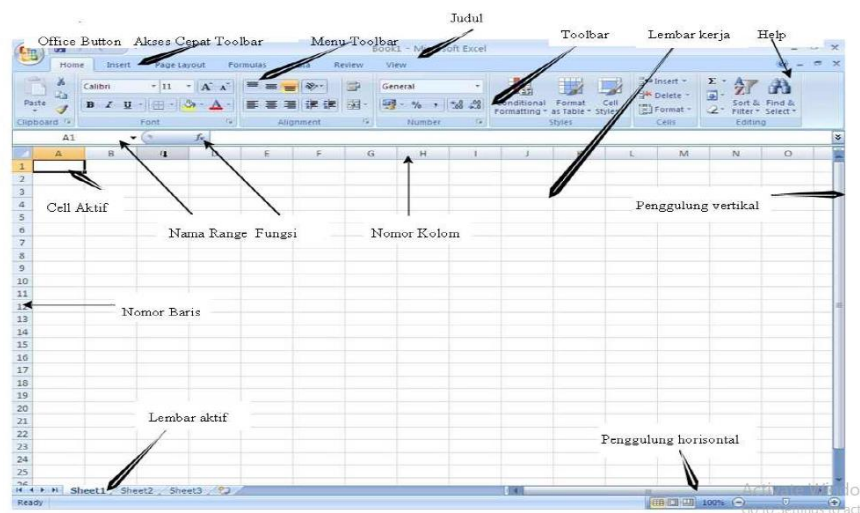
35.	<i>Serial.print()</i>	Untuk mengirimkan data ke <i>serial port</i>
36.	<i>Serial.read()</i>	Menerima data dari <i>serial port</i>
37.	<i>Serial.available()</i>	Instruksi untuk mendeteksi apakah menerima data dari serial port

2.4. Microsoft Excel

Microsoft excel dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai keperluan administrasi, dari yang sederhana sampai dengan yang rumit. Berikut ini adalah pengertian Microsoft Excel menurut para ahli:

Menurut Susandra (2010:1), “Microsoft Excel merupakan program aplikasi spreadsheet (lembar kerja elektronik). Fungsi dari Microsoft Excel adalah untuk melakukan operasi perhitungan serta dapat mempresentasikan data ke dalam bentuk tabel.”

Menurut Musyafa (2014:1), “Microsoft Excel 2007 adalah sebuah program aplikasi lembar kerja spreadsheet yang dibuat dan didistribusikan oleh Microsoft Corporation untuk sistem operasi Microsoft Windows dan Mac OS.” Aplikasi ini memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik yang berupa pengolah angka.



Gambar 2.20. Tampilan Microsoft Excel 2007

2.4.1. PLX-DAQ (*Parallax Data Acquisitions*)

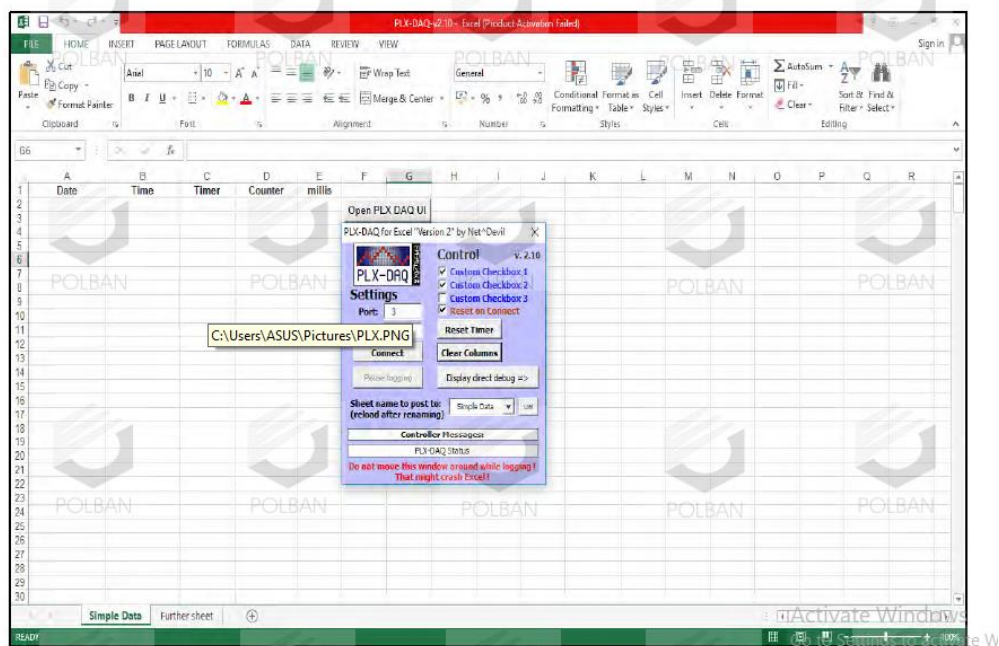
PLX-DAQ singkatan dari *Parallax Data Acquisitions* adalah add-on dari data akusisi mikrokontroler parallax untuk Microsoft Excel. Setiap mikrokontroler

yang dihubungkan ke sensor dan port serial PC sekarang dapat mengirim data langsung ke Excel. PLX-DAQ memiliki fitur berikut:

- a. Plot atau grafik data terbaca secara real-time dengan menggunakan Microsoft Excel.
- b. Merekam hingga 26 kolom data.
- c. Menandai data dengan real-time (hh: mm: ss) atau detik sejak reset.
- d. Read / write setiap sel pada worksheet.
- e. Read / tetapkan salah satu dari 4 kotak centang pada kontrol antarmuka
- f. Support untuk Com1-15.

Syarat penggunaan PLX-DAQ yaitu:

- a. Minimal Microsoft Windows 98.
- b. Minimal Microsoft office / Excel 2003.



Gambar 2.21. Tampilan PLX-DAQ

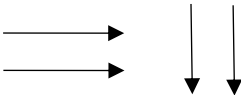
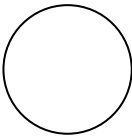
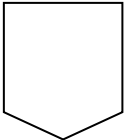

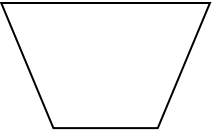
2.5. Flowchart

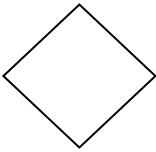
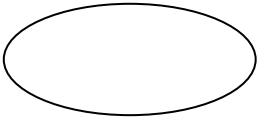
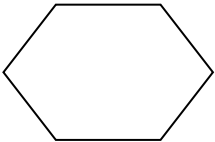
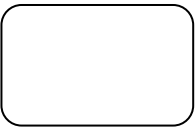
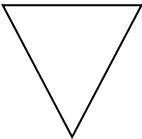
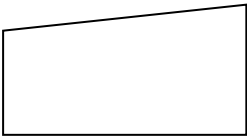

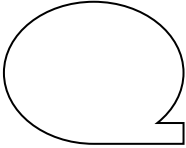
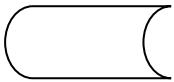
Flowchart adalah cara penyajian visual aliran data melalui sistem informasi. *Flowchart* dapat membantu menjelaskan pekerjaan yang saat ini dilakukan dan bagaimana cara meningkatkan atau mengembangkan pekerjaan


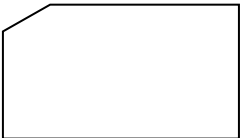
tersebut. Dengan menggunakan *flowchart* dapat juga membantu untuk menemukan elemen inti dari sebuah proses, selama garis digambarkan secara jelas antara di mana suatu proses berakhir dan proses selanjutnya dimulai (Surjawan dan Apriyanti 93).

Tujuan utama penggunaan *flowchart* adalah untuk menggambarkan suatu tahap penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi, dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol yang standar. Dalam penulisan *flowchart* dikenal dua model yaitu *flowchart* sistem dan *flowchart* program. *Flowchart* sistem merupakan diagram alir yang menggambarkan suatu sistem peralatan komputer yang digunakan dalam proses pengolahan data serta hubungan antara peralatan tersebut. *Flowchart* program merupakan diagram alir yang menggambarkan suatu logika dari suatu prosedur pemecahan masalah.

Tabel 2.9. Simbol Diagram *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
4		Simbol process, berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
5		Simbol manual, berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer

6		Simbol decision, berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak
7		Simbol teminal, berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol predefined process, berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol keying operation, berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai keyboard
10		Simbol offline-storage, berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11		Simbol manual input, berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan online keyboard
12		Simbol input/output, berfungsi untuk menyatakan proses input atau output tanpa tergantung jenis peralatannya
13		Simbol magnetic tape, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari pita magnetis atau output disimpan ke pita magnetis
14		Simbol disk storage, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari disk atau

		output disimpan ke disk
15		Simbol document, berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)
16		Simbol punched card, berfungsi untuk menyatakan input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu